SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00585 4021

QL
669
G98
1889
Rept.

DIE

HORNZÄHNE DER BATRACHIERLARVEN.

DISSERTATIO INAUGURALIS ZOOLOGICA

QUAM

CONSENSU ET AUCTORITATE

AMPLISSIMI PHILOSOPHORUM ORDINIS

IN

ALMA LITTERARUM UNIVERSITATE ALBERTINA

AD

SUMMOS IN PHILOSOPHIA HONORES RITE CAPESSENDOS

DIE XXII M. JULII A. MDCCCLXXXIX HORA XII

UNA CUM THESIBUS ADIECTIS PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

ERNESTUS GUTZEIT

REGIMONTANUS.

Ernst Wilhelm Heinrich

LIBRARY OF CONGRESS
APR 9 1890
SMITHSONIAN DEPOSIT

ADVERSARIORUM PARTES SUSCIPIENT:

CAND. PHIL. ALFRED OEHLKE

CAND. PHIL. JOHANNES NISIUS.

SMITHSONIAN
DEC 14 1938
LIBRARIES

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1889.

Thesen:

1) Die Schönheit des menschlichen Gesichtes ist nicht von strenger Symmetrie abhängig.
2) Die Spongiozoen sind von den Cölenteraten abzutrennen.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XLIX.)

HERRN

Dr. PAUL MICHELSON

DOCENTEN DER MED. FAC. AN DER ALBERTINA

IN DANKBARER GESINNUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Durch eine nur ihnen zukommende und den ausgebildeten Thieren fehlende, eigenthümliche Bewaffnung des Mundes erinnern die Larven der Batrachier bekanntlich an die Familie der Petromyzonten.

Wie bei diesen finden wir dort eine äußere Mundscheibe, die im Umkreise mit Papillen besetzt ist. Der Zugang zu der eigentlichen Mundhöhle, in der Mitte der Mundscheibe gelegen, wird von zwei mandibelartigen Stücken verschlossen, die bei den Batrachierlarven Bekleidungen der knorpeligen Kiefer darstellen und dem Schnabel eines Cephalopoden ähnlich sind (Bambeke). Zwischen diesen Mandibeln und dem äußeren Papillenrande finden wir bei den Petromyzonten größere und kleinere Hornplatten, bei den Batrachierlarven lippenartige Duplikaturen der Haut mit feinen schwarzen Anhängen besetzt. Ist der Bau beider Bildungen auch ein durchaus verschiedener, so gleichen sie sich doch darin, dass sie bei den Petromyzonten, wie bei den Batrachierlarven aus der Epidermis hervorgehen.

Diese provisorische Bewaffnung des Mundes der letzteren hat schon früh die Aufmerksamkeit der Forscher erregt. Bereits im Jahre 1737 bildet Swammerdam[1] dieselbe ab und unterzieht sie einer Beschreibung.

Viele Jahre später beschäftigten sich Antoine Dugès[2] und Martin Saint-Ange[3] mit den hornigen Anhängen der Kiefer und der Lippen.

[1] Swammerdam, Biblia naturae. T. II. p. 821. Tab. XLIX.

[2] Ant. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens à leurs différents âges.

[3] Martin Saint-Ange, Recherches anatomiques et physiologiques sur les organes transitoires et la metamorphose des Batraciens. Annales des sciences naturelles. I. série. t. XXIV. 1831.

Allein von dem interessanten Bau derselben hat erst Carl Vogt[1] in seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans Laur.) eine gute Vorstellung gegeben. Nach ihm hat dann Ch. van Bambeke[2] eine ausführliche Untersuchung über den Bau des Mundes von vier Batrachierlarven (Rana esculenta, R. temporaria, Pelobates fuscus und Bufo vulgaris) geliefert und den histiologischen Bau der Papillen, der Hautduplikaturen (»des lames pectinées«), ihrer hornigen Anhänge (»des crochets cornés«) und des Hornschnabels (»du bec corné«) geschildert und theilweise abgebildet.

Den genaueren Bau der Hornzähnchen und des Hornschnabels studirten dann Kölliker[3] und Franz Eilhardt Schulze[4]. Der erstere Forscher erklärte nur die beiden Mandibeln für eine durch Verhornung entstandene Bildung, die Anhänge der Lippen aber als cuticulare Bildungen, während der letztere sowohl Mandibeln als Hornzähnchen aus verhornenden resp. verhornten Zellen hervorgehen lässt. — Gegen die letztere Ansicht bezeichnete Frahz Leydig[5] in seiner großen Arbeit über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien die in Rede stehenden Organe als ein ausgesprochenes Beispiel von Cuticularbildung. Dasselbe thut Semper[6].

In seiner letzten Arbeit über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus kommt Fr. E. Schulze[7] noch einmal auf die oben genannten Organe zurück und schildert den genauen Bau und das Wachsthum beider, denen zufolge er seine obige Auffassung über Bildung durch Verhornung aufrecht erhält.

Über die durch den Mund gebildeten Kennzeichen, die dazu dienen können die Batrachierlarven nach Familie, Gattung und Art zu unter-

[1] C. Vogt, Unters. über die Entwicklungsgesch. der Geburtshelferkröte. 1842.

[2] Ch. van Bambeke, Recherches sur la structure de la bouche chez les têtards des Batraciens anoures. Des Bulletins de l'Academie royale de Belgique. 2m série. tome XVI. Bruxelles. 2 Tabl.

[3] Kölliker, Würzb. Verh. 1857. Bd. VIII. Taf. III, Fig. 32.

[4] F. E. Schulze, Über die cuticulare Bildung und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv für mikr. Anatomie von M. Schultze. Bd. V. 1869. Taf. XVII. Fig. 11—13.

[5] Franz Leydig, Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikr. Anat. von la Valette St. George u. W. Waldeyer. Bd. XII. 1876. p. 129, 130.

[6] Semper, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX. p. 281.

[7] F. E. Schulze, Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. I. Mittheilung. Über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Aus den Abhandl. der königl. preuß. Akademie der Wissensch. vom Jahre 1888 mit 4 Tafeln. Berlin 1888.

scheiden verbreiten sich schließlich die Arbeiten von Heron-Royer und Ch. van Bambeke[1] und von Mary H. Hinckley[2].

Dass die in Rede stehenden Hornzähnchen, trotzdem eine Reihe hervorragender Forscher sich mit ihnen beschäftigt hat, auch in histiologischer Beziehung noch eine neue Bearbeitung vertragen, beweist am besten die Bemerkung, welche Fr. E. Schulze in seiner letzten Arbeit (10) p. 33 macht: »Die Stiftzähnchen ... sind von zahlreichen Forschern bei verschiedenen Batrachierlarven eingehend studirt, ohne dass jedoch die Beschreibungen und Deutungen völlig übereinstimmen.«

Ich hoffe nun, dass es mir gelingen wird, durch Mittheilung einiger histiologischer Détails die Übereinstimmung der verschiedenen Angaben genügend herzustellen. — Im Folgenden soll nun erstens die Anlage und Ausbildung der ganzen Mundpartie bei einigen Batrachierlarven verfolgt, dann eine genauere Schilderung der Zahnstifte in ihrem histiologischen Bau und schließlich eine Darstellung der Entwicklung der Zahnstifte und Mandibeln gegeben werden.

Bevor wir zum ersten Abschnitt übergehen, seien noch einige Worte über die Bezeichnungsweise der einzelnen Theile des Mundes gestattet:

Bambeke (5), der die Stellung der Kammplatten (lames pectinées) zuerst eingehend untersuchte, hat folgende künstliche Eintheilung gegeben: Er unterscheidet zunächst lèvres externes, d. h. die äußeren Ränder des segment supérieur und des segment inférieur des Mundes. Zwischen den lèvres externes und den Mandibeln sitzen die lèvres armées ou lames pectinées, oben palatines und unten linguales genannt. Beide sind entweder medianes oder laterales.

Die lèvre externe supérieure kann mit Zahnstiften versehen sein und heißt dann zum Unterschied von den Kammplatten labre pectiné. Gemäß der unten zu besprechenden Anlage kann man den ganzen Apparat in folgender Weise darstellen:

Die Mandibeln werden von einer Hautduplikatur umgeben, die besonders oben und unten entwickelt ist und so eine Ober- und Unterlippe bildet. Auf der Innenseite derselben sitzen weitere Hautfalten, die jene Zahnstifte (Hornzähnchen) zur Entwicklung bringen. So finden wir es z. B. bei den Larven von Alytes obstetricans. Während nun die

[1] Heron-Royer et Ch. van Bambeke, Sur les Caractères fournis par la bouche des Têtards des Batraciens Anoures d'Europe. Bulletin de la societé zoologique de France pour l'année 1881. Bd. VI.

[2] Mary H. Hinckley, On some differences in the mouth structure of Tadpoles of the anoures Batrachians found in Milton Mass. Proceedings of the Boston Soc. of Natural History. Vol. XXI. 1880—1882. Boston 1883.

Oberlippe immer kürzer wird, und ihre Kammplatten in den Winkel zwischen ihr und der Mandibel zu liegen kommen, wird die Unterlippe größer und trägt ihre Kammplatten selbst [vgl. Schulze (10) Taf. I, Fig. 5]. Ferner verschwindet der obere freie, mit Papillen besetzte Rand der Oberlippe und die obere Mittelplatte wird frei. Man kann dies Verhältnis stufenweise verfolgen. Während bei Alytes der Papillenkranz ununterbrochen verläuft, finden wir bei Pelobates schon eine Lücke (Taf. II, Fig. 16), die dann größer wird (Hyla arborea, Taf. II, Fig. 13), bis bei Rana temporaria nur die seitlichen Papillenränder noch etwas die obere Mittelplatte umgreifen (Taf. II, Fig. 7). Wir wollen nun nach der Bezeichnungsweise von Fr. E. Schulze die Kammplatten der Oberlippe als obere, die der Unterlippe als untere bezeichnen und von Mittel- und Seitenplatten, je nach ihrer Stellung zur Mediane, von vorderen, mittleren und hinteren Platten, je nachdem sie näher der Mandibel oder dem äußeren Rande liegen, reden.

I. Ausbildung des Mundes.

In der Hauptsache erfolgt die Ausbildung des Mundes mit seinen Mandibeln, Kammplatten und Papillen in derselben Weise bei den verschiedenen Batrachierlarven: In der entstehenden Mundöffnung erscheinen die Mandibeln (cf. die Entwicklung derselben p. 21). Im Umkreise dieser erhebt sich dann die Epidermis wallartig, der so entstandene Ring theilt sich in ein oberes und unteres Segment und bildet so die Anlage der Ober- und Unterlippe. Auf derselben auftretende Furchen grenzen weiterhin die einzelnen Kammplatten und Papillen ab. Wir wollen das näher bei drei Batrachierlarven verfolgen:

1) Rana temporaria.

Taf. II, Fig. 7 stellt das Maul einer 23 mm langen Larve dar, deren Hinterbeine bereits eine Länge von 4 mm erreicht haben. Wir zählen auf der Oberlippe eine Mittel- und jederseits drei Seitenplatten, auf der Unterlippe zwei Seiten- und drei Mittelplatten. Wir haben daher nach den Untersuchungen von C. Born[1] Rana fusca Rösel vor uns, da Rana arvalis Nilss. nur zwei untere Mittelplatten besitzt.

Jederseits finden wir zwei reich mit Papillen besetzte Ohren, der äußere Rand der Oberlippe ist ganz frei, der der Unterlippe von einer einreihigen resp. zweireihigen Papillenreihe eingefasst. Was die Anzahl der Zahnstifte betrifft, die in den 12 Kammplatten stecken, so beläuft

[1] C. Born, Weitere Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anouren. Archiv für mikr. Anatomie von la Valette und Waldeyer. Bd. XXVII. 1886.

sich ihre Zahl in dem gezeichneten Exemplar auf circa 640. Dieselbe vertheilt sich in folgender Weise:

obere Mittelplatte	115		115
vordere obere Seitenplatten	35	35	70
mittlere obere Seitenplatten	25	25	50
hintere obere Seitenplatten	10	10	20
untere Seitenplatten	50	50	100
hintere untere Mittelplatte	105		105
mittlere untere Mittelplatte	105		105
vordere untere Mittelplatte	75		75
			640

Die Ausbildung des beschriebenen Organs geht nun in folgender Weise vor sich:

Bei Embryonen, deren Kiemen noch ganz kurz sind, finden wir ein bis zwei Tage nach dem Ausschlüpfen oberhalb der mächtig entwickelten, dicht an einander gerückten Haftorgane eine flache Grube. Dieselbe vertieft sich und wird viereckig, und zwar so, dass die eine Diagonale des Vierecks mit der Medianlinie zusammenfällt. Auf einem späteren Stadium, wenn die Mundöffnung durchgebrochen, erscheinen in den in der Medianlinie liegenden Winkeln des Vierecks die Mandibeln.

Dann erhebt sich rings um die Mundöffnung ein Ringwall, wie es in Taf. II, Fig. 1 von einer $2^1/_2$tägigen, 7,0 mm — davon 2,5 mm Rumpf — langen Larve angegeben. Dieser Ringwall zerfällt (Taf. II, Fig. 2) in einen oberen und einen unteren Bogen, die die Anlagen der Ober- und Unterlippe repräsentiren. Der untere Bogen hat sich bereits etwas verbreitert und zeigt eine Furche, die die beiden späteren Seitenplatten abtrennt. Bei einem Alter von $3^1/_2$ Tagen und einer Länge von 8 mm (3,0) — die äußeren Kiemen bilden lange Büschel — finden wir Folgendes (Fig. 3, Taf. II): Die beiden unteren Seitenplatten haben sich von einander getrennt und von der Unterlippe deutlich abgesetzt. Eine neu auftretende Furche beginnt auf der Unterlippe die später hintere Mittelplatte abzutrennen. An den seitlichen Enden der Unterlippe gliedert sich je eine Papille ab, dessgleichen zerfällt der untere Rand in Papillen. Die Seitenplatten der Oberlippe werden auch schon abgegliedert, sind aber durch den übergeschlagenen Rand der Oberlippe resp. der Mittelplatte verdeckt. Eine 4tägige, 9,5 (3,5) mm lange Larve, deren büschelige Kiemen von der Kiemenfalte schon etwas bedeckt werden, zeigt die unteren Seitenplatten, die hintere untere Mittelplatte und jederseits zwei Papillen abgesetzt (Taf. II, Fig. 4). Eine neue Furche

beginnt die spätere mittlere untere Mittelplatte abzutrennen. Die Mandibeln zeigen hier zum ersten Male schwarze Säume in Folge der stärkeren Verhornung ihrer Zellen.

Bei einer circa 8tägigen Larve, deren Kiemenspalte sich zu schließen beginnt (Fig. 5, Taf. II), finden wir die beiden Mittelplatten der Unterlippe völlig ausgebildet. Der Rand der oberen Mittelplatte ist schwärzlich gefärbt, ein Zeichen, dass die Zähne zum Durchbruch reif sind.

Auf dem Stadium (10tägig; 10,5 mm lang), das Fig. 6, Taf. II, darstellt, sind in allen Kammplatten die Zähnchen durchgebrochen, die Papillen haben sich rundlicher abgesetzt und die Ausbildung der seitlichen Ohren beginnt. Die Kiemenspalte ist auf diesem Stadium bereits geschlossen.

Bei der weiteren Ausbildung flacht sich die obere Mittelplatte ab und es treten die oberen Seitenplatten hervor. Die oberen seitlichen Ohren erhalten mehrere Papillen und beginnen die obere Mittelplatte etwas zu umfassen. Die zu beiden Seiten der Unterlippe gelegenen Papillen verdoppeln sich, es werden auch langgestreckte Papillen gebildet. Auf einem Stadium, das circa 17 Tage zählt und 14 (5,5) mm Länge aufweist, ist die Konfiguration des Mundes, wie sie die großen Larven zeigen (Fig. 7), ziemlich erreicht. Es fehlen noch die hinteren Seitenplatten der Oberlippe; die der Unterlippe sind noch durch einen größeren Zwischenraum, der später geringer wird, getrennt, der Papillenbesatz ist noch nicht so reichlich entwickelt. Die vordere untere Mittelplatte, d. h. die dritte, ist dagegen schon als eine flache Leiste, die freilich noch keine Zähnchen trägt, angelegt. Demnach sind die zur Darstellung der Entwicklung des Mundes benutzten Larven auch solche von Rana fusca, da die von Rana arvalis, wie bereits bemerkt, nur zwei Mittelplatten auf der Unterlippe tragen.

2) Hyla arborea.

Die Larven von Hyla arborea haben, wie Heron-Royer et Bambeke (11) angeben, ein im Umriss vierseitiges Maul. Dasselbe wird eingefasst von einem Papillenkranz, der meist einreihig ist und das Mittelstück der Oberlippe frei lässt (Taf. II, Fig. 13). Wie ferner von den genannten Forschern beschrieben, zählt die Oberlippe eine große Mittelplatte und zwei schräg gestellte, längere Seitenplatten. Die Unterlippe hat zwei Seiten- und zwei Mittelplatten. Die vier Seitenplatten bilden übrigens, wie mir auffiel, in ihrer Stellung zusammen die Seiten eines Rhombus, woran die Larven namentlich dann zu erkennen sind, wenn sie sich an die Glaswand des Aquariums geheftet

haben. An dem gezeichneten Exemplar zählte ich 560 Hornzähnchen. Ihre Vertheilung ist folgende:

obere Mittelplatte	150		150
obere Seitenplatten	45	45	90
untere Seitenplatten	60	60	120
untere hintere Mittelplatte	140		140
untere vordere Mittelplatte	60		60
			560

Die Entwicklung des Mundes bei den kleinen gelben Larven des Laubfrosches beginnt später als bei Rana temporaria. Während dort der Ringwulst schon nach $2^1/_2$ Tagen ausgebildet war, zählt das analoge Stadium von Hyla arborea (Taf. II, Fig. 8) bereits 11 Tage. Dazu kommt noch, dass im Inneren der vierseitigen Mundöffnung nur die untere Mandibel zu sehen ist, während sich die obere noch nicht von der inneren Wand des Ringwalles abgesetzt hat (cf. Entwicklung der Mandibeln p. 21, Taf. III, Fig. 64).

Dieses Verhältnis ist übrigens auch bei den Larven von Alytes obstetricans zu bemerken. — Das in Fig. 9, Taf. II abgebildete folgende Stadium hat ein sehr regelmäßiges Aussehen. Obere und untere Mandibel sind angelegt; die beiden Seitenplatten der Oberlippe wie der Unterlippe sind vom inneren Rand des Ringwalles abgesetzt. Der letztere wird bereits durch eine feine Furche in ein oberes und unteres Segment getheilt.

Zeigten die beiden beschriebenen Stadien noch äußere Kiemen, so sind sie bei dem in Fig. 10 Taf. II abgebildeten bereits von der äußeren Haut bedeckt; die Kiemenspalte ist noch vorhanden. Ober- und Unterlippe sind hier bereits scharf von einander abgesetzt: auf der letzteren wird durch eine Furche die spätere hintere Mittelplatte abgetrennt.

Fig. 11, Taf. II stellt das Maul einer 16tägigen Larve, deren Kiemenspalte bereits geschlossen, dar. Der Rand der Unterlippe zeigt in seiner ganzen Ausdehnung die Anlage von Papillen; die Oberlippe zeigt gleichfalls an beiden Enden Papillen, von denen sich die obere Mittelplatte abzugrenzen beginnt. Auch ist die hintere untere Mittelplatte deutlich abgesetzt.

Bei einer 19 Tage zählenden Larve (Fig. 12, Taf. II) sind in den sechs bis jetzt angelegten Kammplatten die Hornzähnchen zum Durchbruch gekommen. Ferner ist die vordere untere Mittelplatte angelegt. Die Papillen haben sich überall abgerundet und zu beiden Seiten des Mundes verdoppelt. Die Mandibeln zeigen erst in diesem Stadium schwarze Säume. — 22tägige Larven mit einer Länge von 10 (1,5) mm

zeigen sämmtliche Stücke der Mundpartie und im Allgemeinen die Konfiguration, wie sie Fig. 13, Taf. II darstellt.

Zu bemerken ist noch, dass in dem Mittelstück der oberen Mittelplatte die Zähnchen oft etwas später als an den Enden durchbrechen, so dass jederseits zwei Seiten- und keine Mittelplatte vorhanden zu sein scheinen.

3) Pelobates fuscus.

Die Form des Mundes bei den Riesenlarven von Pelobates fuscus ist eine sehr charakteristische, so dass man, abgesehen von anderen sicheren Merkmalen [1], nach den durch den Mund gebildeten Charakteren die Larven der Knoblauchskröte von den oft auch sehr groß werdenden des grünen Wasserfrosches (Rana esculenta) unterscheiden kann (Fig. 16, Taf. II).

Im Umkreis elliptisch, wird der Rand der Mundscheibe von einer meist einfachen Papillenreihe eingefasst, die nur oben eine kleine Strecke für die charakteristisch gebogene obere Mittelplatte frei lässt. Außer den sieben oberen und sieben unteren Kammplatten (je eine Mittel- und sechs Seitenplatten), die Héron-Royer et Bambeke (11) für Pelobates fuscus angeben, finden sich, wie Fr. E. Schulze (10) bemerkt, noch seitlich von den Seitenplatten der Unterlippe kleinere äußere Seitenplatten. Wie ich annehmen möchte, sind die letzteren nur abgelöste Stücke der großen Seitenplatten, da sich je drei bis vier der kleinen Platten in eine Linie bringen lassen, die der Fortsetzung einer großen Seitenplatte entspricht. Auch stimmt damit überein, dass an einem großen Exemplar einer Larve jede der vorderen und mittleren unteren Seitenplatten durch eine tiefe Furche in zwei gleiche Theile getheilt war.

Auch auf der Oberlippe konnte ich an dem äußeren Ende der vorderen Seitenplatte eine kleine Nebenplatte bemerken.

Was die in den Kammplatten steckenden Stiftzähnchen anbetrifft, so erlaube ich mir zum Vergleich die von Fr. E. Schulze angegebenen Zahlen hierher zu setzen.

obere Mittelplatte	60		60
vordere obere Seitenplatte	100	100	200
mittlere obere Seitenplatte	50	50	100
hintere obere Seitenplatte	20	20	40
kleine äußere untere Nebenplatte	70	70	140
			540

[1] Sechste Zehe der angelegten Beine, spindelförmige Gestalt der Pupille! E. Pflüger, Das Überwintern der Kaulquappen der Knoblauchskröte. Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. XXXI. Bonn 1883.

		Transp.	540
hintere untere Seitenplatte	50	50	100
mittlere untere Seitenplatte	80	80	160
vordere untere Seitenplatte	100	100	200
untere Mittelplatte	100		100
			1100

Die Entwicklung des Mundes bei Pelobates fuscus weicht in mancher Beziehung von der bei den bisher betrachteten Fällen ab. Wie bei Hyla arborea tritt die Entwicklung später ein als bei Rana temporaria; während aber die Larven der ersteren Art anfänglich sehr klein waren, fallen die Larven der Knoblauchskröte von Anfang an durch ihre Größe auf. — Bei einem Alter von fünf bis sechs Tagen, auf dem der große Haftapparat eine Y-förmige Gestalt angenommen (vgl. Thiele[1], Taf. X, Fig. 2 *f*), bemerken wir die vierseitige Mundöffnung. Dieselbe differenzirt sich dann in ähnlicher Weise, wie es für Rana temporaria auf Taf. II, Fig. 1 abgebildet. Auf diesem — 11tägigen — Stadium misst die Larve bereits 9,5 mm, wovon 3,5 mm auf den Rumpf kommen. Auch auf dem nächsten Stadium ähnelt der Mund der für Rana temporaria in Taf. II, Fig. 2 gegebenen Figur.

Dann aber ändert sich die Entwicklung, und wir erhalten nach einiger Zeit ein Bild, wie es Fig. 14, Taf. II für eine 15 Tage alte und 11 mm (4 mm) messende Larve darstellt. Der äußere Rand der Mundscheibe ist allseitig in Papillen zerlegt. Die beiden Mandibeln sind hell gefärbt, auffallend bloßgelegt und mit schwarzen Säumen versehen. Auf der Oberlippe sieht man, wie bei Hyla, die beiden vorderen Seitenplatten auftreten; an der Unterlippe bemerkt man dagegen ein ganz anderes Verhalten: Der Theil der Unterlippe, welcher übrig geblieben, nachdem sich die Randpapillen abgegliedert, lässt durch eine Furche, die der Querachse des Mundes parallel verläuft, ein medianes Stück, die spätere untere Mittelplatte abtrennen. Durch weitere, der ersten parallele Furchen, werden dann links und rechts die vorderen unteren Seitenplatten abgegrenzt. In derselben Weise werden dann von vorn nach hinten fortschreitend die mittleren und hinteren Seitenplatten gebildet, wie in der folgenden Fig. 15, Taf. II, die das Maul einer 28tägigen, 12 mm langen Larve darstellt, zu sehen ist.

Auf diesem Stadium zeigen, ihrer Bildung gemäß, die untere Mittelplatte und die vorderen unteren Seitenplatten bereits Hornzähnchen, während bei Hyla und Rana diese untere Mittelplatte — die ja hier zuletzt entsteht — auch ganz zuletzt mit Hornzähnchen versehen wurde.

[1] Joh. Thiele, Der Haftapparat der Batrachierlarven. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLVI. 1. Hft.

Ferner bemerken wir auf diesem Stadium, dass auch die kleine obere Mittelplatte angelegt und mit Stiftzähnchen ausgestattet ist. Den vorderen oberen Seitenplatten und den dazu gekommenen mittleren fehlen dieselben noch.

Die weitere Entwicklung bis zu der Fig. 16, Taf. II abgebildeten Form hat nichts Bemerkenswerthes; es kommt das Fehlende noch hinzu, und durch verschieden schnelles Wachsthum kommen die einzelnen Theile in ihre definitive Lage.

Ihrer Bildungsweise entsprechend nehmen die unteren Seitenplatten von vorn nach hinten an Mächtigkeit ab; eine vierte — nur einseitig ausgebildete — an dem gezeichneten Exemplar beobachtete Seitenplatte befindet sich dem Kiefer zunächst und ist nur schwach entwickelt. Da außer Pelobates nach der Beschreibung von Héron-Royer et Bambeke allein Pelodytes nur eine untere Mittelplatte besitzt, ist anzunehmen, dass auch nur bei dieser Gattung noch die Kammplatten der Unterlippe in derselben Weise wie bei Pelobates angelegt werden, dass die anderen Batrachierlarven sich dagegen ähnlich wie Rana und Hyla verhalten.

II. Die Stiftzähnchen.

Wie bereits oben bemerkt, waren es Carl Vogt (4) und Bambeke (5), die eine Darstellung vom Bau eines Stiftzähnchens gaben: Ein solcher Stiftzahn besteht aus einer Reihe von großen, eigenthümlich gestalteten, dunkel gefärbten Zellen. Jede derselben besteht aus einem löffelartig gekrümmten Theil, dem Körper, dessen Rand glatt oder gekerbt ist, und dem darauf folgenden Trichter, so dass das Ganze der Zelle das Ansehen einer phrygischen Mütze bietet. Indem nun der Trichter der einen Zelle den löffelförmigen Körper der folgenden Zelle aufnimmt, entsteht ein Gebilde, das C. Vogt mit den in einander steckenden Zähnen der Reptilien vergleicht.

Weiterhin untersuchte dann Fr. E. Schulze an Schnitten die Bildung dieser einzelnen Zellen eines Stiftzähnchens (7, p. 308): »Nur am untersten Ende der Reihe finden sich, dem Papillenstroma unmittelbar aufsitzend, ein paar kleine unregelmäßig rundliche, wenig scharf umgrenzte, körnige Zellen, welche von den benachbarten gewöhnlichen Epithelzellen wenig differiren. Doch schon die nächst oberen, platt kuchenförmigen und bedeutend größeren Glieder dieser Zellenreihe markiren sich durch scharfe und glatte membranöse Begrenzung, hellen leicht körnig getrübten Inhalt und klare quergelagerte, bläschenförmige Kerne mit großen, glänzend gefärbten Kernkörperchen. Weiter hinauf verändern diese Zellen, an Größe noch etwas zunehmend, in so fern

ihre Form, als sie sich kappenartig nach der Fläche biegen, die Konvexität nach oben kehrend. Dabei kommt aber die höchste Wölbung nicht sowohl in der Mitte als in der Nähe des hinteren Randes zu liegen und findet gleichzeitig eine Abplattung von vorn und oben her statt, so dass die einzelnen Elemente Ähnlichkeit mit schräg abgeschnittenen Tüten erhalten (Taf. XVII, Fig. 12). Die Kerne, welche zunächst etwas mehr nach der Vorderseite hingedrängt werden, verschwinden weiter hinauf vollständig unter gleichzeitiger Verhornung und Bräunung der Zellen, welche am oberen Ende der Zähnchen zu derben strukturlosen Hornschüppchen werden.«

Gegenüber diesen, wohl zumeist an Larven von Pelobates gefundenen Resultaten, bezeichnet Franz Leydig (8, p. 129 und 130) nach seinen an den Larven von Rana esculenta und Bombinator igneus gemachten Untersuchungen die Stiftzähnchen der Frosch- und Krötenlarven als ein ausgesprochenes Beispiel von Cuticularbildung:

»Die unteren Zellen haben im frischen Thiere keine Membran, sondern stellen körnige Ballen dar, aus deren Innerem ein größerer heller Kern mit Kernkörper hervorsieht.... Weiter nach oben hin hat die Zelle ein derbhäutiges Käppchen abgesetzt, das flach und löffelförmig gekrümmt, an den Rändern in Zacken ausgeht. Anfänglich farblos, wird diese Cuticula oder Zahnsubstanz später dunkel, zum Theil tiefschwarz. In Glycerinpräparaten hebt sich der cuticulare Zahn als etwas Selbständiges in schärfster Umgrenzung vom Zellenleib ab. Beim Vergleich einer größeren Anzahl von Zähnen macht sich auch bemerklich, dass der Zellenleib jenseits des Kernes in die Höhe gewachsen und dabei streifig geworden ist und sich so tief in das cuticulare Käppchen hineinzieht. Man darf daraus schließen, dass die Zelle zuerst in einen sich später verflachenden Zapfen nach oben wächst und dabei den Zahn abscheidet.«

In seiner letzten Arbeit (10) beschreibt dem gegenüber Fr. E. Schulze noch einmal genau den Bau eines Stiftzähnchen bei Pelobates fuscus, schildert den Verhornungsprocess der Zellen und das Verschwinden ihrer Kerne noch ausführlicher als oben angegeben und kommt zu dem Schluss: Es könne keinem Zweifel unterliegen, dass die Stiftzähnchen durch einen Verhornungsprocess entständen, also echte Hornbildungen und nicht etwa Cuticulargebilde seien.

Durch vergleichende Untersuchung der Stiftzähnchen verschiedener Larven (Rana temporaria, R. esculenta, Alytes obstetricans und Pelobates fuscus) habe ich einige Détails gefunden, die vielleicht dazu führen könnten den Widerspruch zwischen Fr. E. Schulze und Franz Leydig auszugleichen.

1) Rana temporaria.

Die einzelnen Zellen der Hornzähnchen von Larven dieser Gattung haben, wie Bambeke (5) beschrieben, einen an der Spitze löffelförmigen Körper (Taf II, Fig. 21). Der Rand dieses Löffels ist aus einer größeren Zahl feiner Zacken gebildet, setzt sich aber, wie ich beobachten konnte, ungetheilt auch zu beiden Seiten des übrigen, mehr kegelförmigen Körpers, oft bis auf den Trichter, fort. Der letztere ist hier von beträchtlicher Ausdehnung, seine Decke hebt sich von dem dunkel gefärbten Körper mit noch dunklerer Farbe ab (Taf. II, Fig. 17—21). Man kann dieses Verhältnis schon an jüngeren, noch ganz hell gefärbten Zellen der Stiftzähnchen beobachten (Taf. II, Fig. 17, 20, 21, 22). Die Zeichnung, welche man ferner zuweilen auf der Innenseite des Trichters bemerkt (Taf. II, Fig. 21 *a*), ist der Abdruck des in ihm steckenden Löffels der nächsten Zelle.

Betrachten wir den Längsschnitt durch eine Kammplatte (Taf. III, Fig. 55) genauer, so bemerken wir, dass jeder Trichter einer Zelle nicht nur den Körper der nächsten, sondern noch eine — gleichfalls stark verhornte — Zelle des benachbarten Gewebes umschließt, die bisher von keinem Forscher bemerkt worden und die »Stützzelle« genannt werden soll. Dieselbe hat eine eigenthümliche Form (Taf. II, Fig. 18, 19), die man mit der eines Pantoffels, dessen Höhlung ausgefüllt, vergleichen könnte. Mit dem kolbigen Ende steckt diese Stützzelle, wie bemerkt, in dem Trichter einer Zelle, den übrigen Raum ausfüllend, mit dem anderen legt sie sich an die Außenwand des nächstfolgenden Trichters, theils steht sie mit dem Gewebe der Epidermis in Zusammenhang.

Die Bildung der Zellen eines Zahnes erfolgt im Allgemeinen in der oben von Fr. E. Schulze angegebenen Weise. Doch ist Folgendes besonders zu bemerken: Ist die Zelle auf dem Stadium angelangt, wo sie die kuchenförmige Gestalt aufgiebt, um die spätere Form anzunehmen, so wächst sie mehr mit der Rückenseite als mit der Spitze in die über ihr liegende Zelle hinein. An die nasenartig vorstehende Vorderseite legt sich eine Zelle aus dem benachbarten Gewebe, und beide stülpen dann die Wandung der über ihr liegenden Zelle tief hinein (Taf. II, Fig. 17). In demselben Maßstabe, wie die Zahnzelle, wächst auch die Stützzelle bis zu der oben geschilderten Gestalt heran (Taf. II, Fig. 18). Sie repräsentirt gewissermaßen die Form, über der sich der Löffel bildet.

Ist die Zahnzelle in ihrer Gestalt vollendet, so wird die Stützzelle, wahrscheinlich desshalb, weil sie sich weniger als die Zahnzelle streckt, etwas aus dem betreffenden Trichter herausgezogen (Taf. II, Fig. 17; Taf. III, Fig. 55), so dass zwischen dem Körper der Stützzelle und dem Löffel eine Lücke entsteht.

Während dieser Entwicklung erscheinen die Zahnzellen, vom Rücken aus gesehen, Anfangs homogen (Taf. II, Fig. 24), dann macht sich eine feine Längsstreifung bemerkbar (Taf. II, Fig. 25—27). Indem die Streifen immer breiter werden und an der Spitze aus einander rücken, werden sie zu den oben erwähnten Zacken am Rande des Löffels einer Zahnzelle. Dabei bleibt Anfangs die Zellsubstanz zwischen den Zacken noch bestehen (Taf. II, Fig. 28), ja an gut gelungenen Macerationspräparaten kann man auch bei vorgeschrittenen Stadien, deren Zellkern bereits verschwindet (Taf. II, Fig. 21 *d*, 22, 23), den Rand dieser zwischen den Zacken ausgespannten, völlig durchsichtigen Membran als glänzende Linie konstatiren. Fig. 22 stellt eine Zelle dar, bei der die Zacken diese Linie gar nicht erreichen.

Schließlich sei noch bemerkt, dass bei der oben erwähnten Loslösung des Löffels vom Körper der Stützzelle sich auch der Rand jener hyalinen Membran von demselben loslöst und so eine Spalte in der Wand des betreffenden Trichters vortäuschen kann (Taf. II, Fig. 20).

Wenn der untere Trichterrand bei vielen der abgebildeten Zellen nicht gezeichnet ist (Taf. II, Fig. 22; Taf. III, Fig. 55), so rührt das daher, dass er sehr fein und nur an isolirten Zellen deutlich wahrzunehmen ist.

2) Alytes obstetricans.

Wie Héron-Royer et Bambeke mittheilen, enthalten alle Kammplatten der Larven von Bombinator igneus, Alytes obstetricans und theilweise bei den von Alytes ammoryctes zwei hinter einander gestellte Reihen von Hornzähnchen. (Da die mir als von Alytes obstetricans zugegangenen Larven nur in der oberen und unteren hinteren Mittelplatte sowie in den unteren Seitenplatten diese doppelte Bezahnung aufweisen, scheinen dieselben demnach von Alytes ammoryctes zu stammen.) Dieses Verhältnis ist nicht zu verwechseln mit der unten zu besprechenden Missbildung, bei der in einem Trichter zwei Zahnzellen stecken. Beide Reihen nehmen, wie der Horizontalschnitt (Taf. III, Fig. 58) zeigt, eine ganz gesonderte Entstehung.

Die Form der Zahnzellen ist ähnlich wie die bei Rana (Taf. III, Fig. 56), d. h. der Rand des Löffels ist ausgezackt. Auch die Bildung derselben erfolgt dem oben geschilderten Vorgange analog, wie Fig. 57, Taf. III darstellt.

Da ferner die Zähnchen der äußeren Reihe und die der inneren einer Kammplatte gleichviel Zellen haben, die einen aber — der Krümmung wegen — länger als die anderen sind, so ist es leicht erklärlich, dass die Zellen der äußeren Reihe länger als die der inneren sind.

Abweichend verhalten sich die Stiftzähne von Alytes in so fern,

dass nicht eine, sondern zwei Stützzellen in jeden Trichter hineinwachsen und so den freien Raum ausfüllen.

3) Rana esculenta.

Die Zahnzellen der Larvenzähnchen vom grünen Wasserfrosch haben ebensolche tiefe Trichter wie die der vorhin beschriebenen Arten. Während jedoch die Stiftzähnchen dieser im Querschnitt gleichen Durchmesser nach allen Richtungen haben, sind die Zahnzellen bei Rana esculenta in der Richtung der Querachse des Mundes bedeutend zusammengedrückt. Auch haben sie an ihrer Spitze keinen eigentlichen Löffel mit gezähneltem Rande, sondern die nur etwas umgebogene Spitze ist in zwei, seltener vier gröbere Enden gespalten. Der Körper der ausgebildeten Zahnzelle ist daher mehr keilförmig oder nach der Spitze zu im Querschnitt vierseitig (Taf. III, Fig. 50—52).

Dieser Form sehr entsprechend finden wir zwei Stützzellen in jedem Trichter, die den keilförmigen Körper der Zahnzelle zwischen sich nehmen (siehe die Querschnitte Fig. 50—52, Taf. III). Zum Studium der Bildung der Zahnzellen wollen wir die drei Fig. 47—49, Taf. II vergleichen, auf der die einander entsprechenden drei Zellen *a*, *b* und *c* in drei auf einander folgenden Stadien abgebildet sind.

In Fig. 47 hat die Zelle *a* noch die kuchenförmige Gestalt, in Fig. 48 ist sie bereits in die Höhe gewachsen und wird von zwei Stützzellen — deren Kerne bei *x'* — umgeben. Die Zelle *b* ist in Fig. 47 mit ihren Stützzellen schon ziemlich tief in die darüber liegende Zelle *c* hineingewachsen. In Fig. 48 beginnt bei derselben Zelle *b* die Loslösung der Stützzellen von der Spitze an, und zwar ist zu beobachten, dass sich zuerst die Seitenkanten der im Querschnitt vierseitigen Zahnzelle von den entsprechenden Rändern der Stützzellen loslösen (Taf. III, Fig. 50 und 51). In Fig. 49 ist bei der Zelle *b* die Spalte noch breiter geworden.

Die Zelle *c* ist von den Stützzellen noch weiter — in Fig. 47 fast ganz — entfernt. Gleichzeitig ist der obere Theil der Zelle *c*, so weit er im Trichter der Zelle *d* steckt (*c'*), auch mit seiner Rückenseite von der Trichterwand zurückgetreten. Auf gut getroffenen Schnitten — wie in Fig. 47 — ist dieser Theil *c'* auch scharf vom unteren Theil der Zelle *c* abgesetzt zu sehen, so dass die Zelle *c* im oberen Theil von einem Hohlraum umgeben ist. Im weiteren Wachsthum werden die Zellkörper wieder ganz in den Trichter hineingeschoben, und es bleibt nur zwischen der konkaven Seite des Körpers und den Stützzellen eine Lücke (Fig. 46, Taf. II). Die Zelle *c* zeigt übrigens auf den drei gezeichneten Stadien die fortschreitende Verhornung und das allmähliche Verschwinden des Kernes. Betrachten wir ferner die noch nicht verhornten

Zahnzellen von der Rückenseite, so sieht man dieselben Streifen wie bei Rana temporaria und Alytes (Taf. III, Fig. 57) auftreten, obgleich es zur Bildung feiner Randzähnelung nicht kommt.

4) Pelobates fuscus.

Der genauen Schilderung der Stiftzähne der Pelobateslarven durch Fr. E. Schulze (10) habe ich nur wenig hinzuzufügen. Obgleich die Trichter der Zahnzellen hier sehr flach sind, so dass keine Stützzellen mit hineinwachsen können, kommt es doch auf einem gewissen Stadium zur Bildung eines Hohlraumes um den oberen Theil der Zelle (Taf. III, Fig. 53, vierte Zelle, von der Spitze des Stiftzähnchens aus gezählt), indem sich der obere Theil dieser Zelle von dem benachbarten Gewebe zurückzieht. Deutlicher als in Fig. 53 erscheint dies Zurücktreten noch auf den Querschnitten in Fig. 54, wo bei *a* auf der konkaven Seite der Zahnzelle wiederum zwei Zellen liegen, die den Stützzellen entsprechen dürften. Weiter nach der Spitze des Hornzähnchens zu verschwindet dieser Hohlraum und es bleibt nur auf der konkaven Seite eine Spur davon. Eine Andeutung dieser Verhältnisse ist übrigens auch in Fig. 13, Tafel II der Arbeit von Fr. E. Schulze (10) zu bemerken.

Der Hauptsache nach ist also dem bereits bekannten Bau der Stiftzähnchen Folgendes hinzuzufügen: Bei denjenigen, deren Zellen einen umfangreichen Trichter aufweisen, wachsen ein resp. zwei Zellen des Nachbargewebes mit in jeden Trichter hinein und verleihen so als Stützzellen dem ganzen Gebilde eine erhöhte Festigkeit. Ferner löst sich auf einem gewissen Stadium der Entwicklung der Körper der Zahnzelle von seiner Umgebung los, um einen Hohlraum von größerer oder geringerer Ausdehnung zu bilden, der dann später bis auf einige Reste wieder verschwindet.

Zu erwähnen sind noch die bereits von Bambeke (5) bemerkten und abgebildeten Missbildungen, die darin bestehen, dass im Trichter einer Zahnzelle zwei weitere Zahnzellen stecken, an die sich je eine weitere Zellreihe anschließt. Sie entstehen dadurch, dass sich an die unterste Zelle eines Stiftzähnchens nicht eine, sondern zwei Zellen neben einander legen und zu der charakteristischen Form auswachsen. Fig. 30, Taf. II stellt eine solche Anlage aus den Kammplatten einer 14tägigen Larve von Rana temporaria dar, Fig. 31, Taf. II zeigt dieselbe weiter entwickelt.

Gewissermaßen das umgekehrte Verhältnis finden wir in Fig. 32, Taf. II, wo auf einem Trichter zwei Körper sitzen, die in der Mitte freilich zur Hälfte verschmolzen sind.

Was nun die Streitfrage über die Bildung der Stiftzähnchen durch

Verhornung oder Cuticulaabscheidung angeht, so habe ich der ausführlichen Schilderung des Verhornungsprocesses durch Fr. E. Schulze nur die Bemerkung hinzuzufügen, dass auch in Zahnzellen, deren Kerne völlig verschwunden sind, durch Behandlung mit Kalilauge dieselben als helle Flecke nachgewiesen werden können.

Es handelt sich nun darum, wie die Angaben von Franz Leydig (8) zu erklären sind. Ich möchte nun glauben, dass dieser Forscher jene in verschiedenartiger Weise auftretenden Hohlräume um den oberen Theil der Zahnzellen für cuticulare Kappen der noch wenig verhornten und Farbstoff reichlich aufnehmenden Zellen gehalten hat. Da bei Rana temporaria, wie oben bemerkt, die stark verhornenden Stützzellen einen von glänzenden Kontouren eingefassten Raum zwischen sich und dem Löffel der Zahnzellen abgrenzen, da bei Pelobates der erwähnte Hohlraum sich besonders in Glycerinpräparaten scharf abhebt, konnte Leydig wohl zu seiner Annahme veranlasst werden. Besonders auf den in Fig. 47, Taf. II abgebildeten Schnitt von Rana esculenta — der obere Theil (*c'*) der Zelle *c* ist durch Hämatoxylin dunkel gefärbt — scheinen die oben citirten Worte zu passen:

»Beim Vergleich einer größeren Anzahl von Zähnen macht sich auch bemerklich, dass der Zellenleib jenseits des Kernes in die Höhe gewachsen und dabei streifig geworden ist und sich so tief in das cuticulare Käppchen hineinzieht.«

Auch der Verfasser dieser Arbeit ließ sich Anfangs durch jene Hohlräume irre führen, bis an Macerationspräparaten der wahre Sachverhalt erkannt wurde.

III. Der Hornschnabel.

Die beiden Mandibeln des Hornschnabels sind im Grunde nichts Anderes als modificirte Kammplatten; wieder finden wir die Duplikatur der Epidermis, enthaltend eine Reihe von Zahnstiften, die durch in einander gesteckte Zellen gebildet werden. Nur sind die Zahnstifte hier dicht an einander gestellt, der Körper einer jeden Zahnzelle ist kurz (Taf. II, Fig. 43, vgl. auch Schulze (7), Taf. XVII, Fig. 11 und Schulze (10), Taf. III, Fig. 20), kegelförmig, es fehlen der Löffel, die Stützzellen, und es sind die äußeren Zelllagen der Platte stark verhornt und schwarz gefärbt, wie die vollendeten Zahnzellen. Diese einfache Gestaltung der Mandibeln wurde zuerst von Carl Vogt (4) gegeben. Bambeke (5) hielt den Bau für komplicirter, konnte aber über denselben nicht recht ins Klare kommen. Fr. E. Schulze (7) ging wieder auf die Schilderung von Carl Vogt zurück und lehrte auf Schnitten (vgl. Schulze [7], Taf. XVII,

Fig. 11) die Mandibeln als eine ähnliche Bildung verhornter Zellen, wie die der Stiftzähne, kennen.

Leydig erklärte auch diese Bildungen (8, p. 130 und 133) als cuticulare, wogegen Fr. E. Schulze in der oben citirten neuen Arbeit (10) bei seiner Darstellung beharrt und dieselbe für Pelobates fuscus sowohl im feineren Bau als in der Darstellung des Verhornungsprocesses noch weiter ausführt.

Es gelang mir nun für die Mandibeln von Rana temporaria an Macerationspräparaten einige neue histiologische Details zu finden, die besonders jene etwas dunkle Darstellung von Bambeke mit der von C. Vogt und Fr. E. Schulze in Übereinstimmung bringen dürften. — Da sich Franz Leydig auf die Darstellung von Bambeke beruft, als vielleicht für seine Behauptung sprechend (8, p. 131 Anm), wollen wir sie wörtlich citiren:

».... de la partie postérieure de la base (einer Zahnzelle) descend une lame quadrilatère, qui se détache du reste avec la plus grand facilité. La structure de la substanze denticulaire n'est donc pas aussi simple que le dit Vogt.... Quant au développement, il est aussi plus compliqué que celui des crochets des peignes, et il nous a été impossible d'observer, comme pour ces derniers, la transformation progressive des cellules en dents complètes. Voici, du reste, le résultat de nos observations. Des cellules polygonales, transparentes, à noyaux clairs, se superposent et se rangent en séries linéaires; celles-ci paraissent alors comme formées de petits rectangles superposés, et au milieu de chaque rectangle on voit un nucleus, qui disparait plus tard; presque en même temps, à l'endroit où les séries se touchent, on distingue d'autres nucléus correspondant aussi aux espaces rectangulaires et ne se montrant jamais, chose singulière, que d'un côté de chaque série: c'est ce noyau latéral qu'on retrouve assez souvent à la base des dents déjà complétement dévelopées (Fig. 23). Puis tout ce que nous avons pu distinguer, c'est que la forme rectangulaire est insensiblement remplacée par la forme triangulaire que prendra la dent parfait. Il nous parait, du reste, évident qu'ici le petit appendice corné n'est pas dû à l'évolution d'une seule cellule comme cela a lieu pour le crochet des peignes, mais de plusieurs....«

Bambeke hat diese Schilderung nicht an der Hand von Schnitten gegeben, sondern, wie seine Abbildung beweist (Fig. 21 und 23), die Mandibel von der Fläche studirt. Betrachten wir nun die Oberkiefermandibel einer jungen Larve von Rana temporaria — der durch die platten Zellen gebildete Belag ist durch Maceration entfernt — von der konkaven Seite, so finden wir einen Bau, der mit der Schilderung von

C. Vogt und Fr. E. Schulze durchaus übereinstimmt: Zu unterst flache Zellen, die nach oben spitz auswachsen und so die charakteristische Kegelform annehmen (Taf. II, Fig. 43). Von der konvexen — der äußeren — Seite der Mandibel ist dieser Übergang nicht zu verfolgen, da hier die in der Nähe des Trichterrandes (vgl. Taf. II, Fig. 36) liegenden Kerne die unter ihnen befindlichen Spitzen der Zellen verdecken (Taf. II, Fig. 44).

Da bei oberflächlicher Einstellung des Mikroskopes ferner die unteren Trichterränder der Zahnzellen zu Gesicht kommen, so glaubt man rechteckige Zellen mit großen Kernen vor sich zu sehen, die erst im oberen Theil der Zahnstifte, wo der fortschreitenden Verhornung wegen die Kerne verschwinden, den in einander gesteckten kegelförmigen Zellen Platz zu machen scheinen. — Was dann die Angabe Bambeke's anbetrifft, dass von dem hinteren Rande der Basis einer Zahnzelle eine Platte herabhänge, die sich mit Leichtigkeit ablöse, so kann zweierlei damit gemeint sein.

Einmal sind die einzelnen Zahnstifte so eng neben einander gestellt, dass ihre Seitenränder sich theilweise in einander schieben. An Macerationspräparaten sieht man daher den unteren Theil des Trichters einer Zahnzelle in eine vordere und hintere Platte — die letztere mit dem Zellkern — zerlegt (vgl. Taf. II, Fig. 34, 35, 36, 39, 40).

Wie man ferner auf Medianschnitten durch eine Mandibel von Rana temporaria und Alytes obstetricans bemerken kann, legen sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit an den freien Rand eines jeden Trichters, auf der konkaven und der konvexen Seite der Mandibel, platte verhornte Zellen, wie sie die Mandibel zum größten Theil zusammensetzen. Da diese platten Zellen, wenigstens in den oberen Schichten jener mit ihren Flächen nur locker, mit ihren Rändern fest zusammenhängen, so repräsentiren sie gewissermaßen Bogensysteme, die den auf die Schneide der Mandibel ausgeübten Druck nach der breiten Basis derselben übertragen. Diejenigen platten Zellen nun, welche an dem Trichterrande sitzen, haften, wie Fr. E. Schulze (10) bereits mittheilt, fest am letzteren, so dass man bei Macerationspräparaten Bilder wie die in Taf. II, Fig. 33, 34, 42, 45 dargestellten erhält. Meist setzen sich diese platten Zellen mit der größten Regelmäßigkeit zwischen zwei benachbarten Zahnzellen an; in ihnen kann man jene von Bambeke erwähnten ablösbaren Platten der Zahnzellen, und in ihren Kernen jene zwischen den einzelnen Zahnstiften auftauchenden Kerne erblicken.

Hinsichtlich des Unterschiedes im Bau der oberen und unteren Mandibel wäre noch Folgendes zu bemerken.

Die Zahnstifte der Oberkiefermandibel liegen alle einander parallel

und senkrecht zum freien Rande der Mandibel. An den beiden Enden derselben platten sich die sonst spitzen Zahnzellen mehr und mehr ab, so dass wir schließlich Zellen, ähnlich denen, die sich am untersten Ende eines jeden Zahnstiftes anlegen, antreffen (Taf. II, Fig. 44).

Die untere Mandibel zeigt ein besonderes Verhalten.

Betrachtet man nämlich den freien Rand derselben, so sieht man die in der Ansicht dreiseitig erscheinenden Zellen sich mehr und mehr auf eine Seite legen, bis sie vollständig in die Ebene des Mandibelrandes zu liegen kommen (Taf. II. Fig. 33). Ferner ist zu bemerken, dass jeder der so schräg gestellten Zahnstifte mit einer Seite über die keilförmig zugeschärfte Kante des benachbarten Zahnstiftes greift[1], wodurch dem Ganzen natürlich eine große Festigkeit verliehen wird (Taf. II, Fig. 37 und 38). Da jeder Zahnstift im Übrigen eben so gebaut ist, wie in der Oberkiefermandibel, so ist es erklärlich, wenn aus den beiden obigen Ursachen ganz eigenthümliche Bilder entstehen (vgl. auch Fig. 35, Taf. II).

Die Ursache dieser schrägen Stellung liegt darin, dass die winkelig gebogene untere Mandibel nicht einfach als eine geknickte obere aufzufassen ist, sondern dass die beiden Schenkel derselben in die Höhe steigen. Da nun die Zahnstifte in ihrer unter sich parallelen Lagerung verbleiben müssen, um die Festigkeit der Mandibel nicht zu verringern, erscheinen sie zur Mandibelkante in schräger Lage. Daher kommt es auch, dass man auf allen zur Medianebene des Thieres parallelen Schnitten immer Längsschnitte eines ganzen Zahnstiftes erhält.

Cuticulare Bildungen habe ich auch an isolirten, noch nicht verhornten und daher hell gefärbten Zellen nirgends entdecken können. Missbildungen, wie die bei den Stiftzähnchen zuerst genannten, habe ich an den Zahnstiften der Mandibel nicht bemerken können, wohl aber solche, die an die zweite — zwei Körper auf einem Trichter — erinnern: Fig. 45 *a*—*c*, Taf. II stellen den Fall dar, dass auf einer großen Zahnzelle *a* zwei kleine Zahnzellen neben einander sitzen, die dann nach oben zwei Reihen kleiner Zahnzellen *c* fortsetzen. Die in Fig. 45 *c* gezeichneten beiden schwarzen Zellen sind die Fortsetzung von *b* und stammen ferner aus der in Fig. 42 mit derselben Vergrößerung gezeichneten horizontalen Reihe.

Interessant ist es, dass sich jene platten Zellen, die dem Trichterrande einer jeden verhornten Zahnzelle anzuliegen pflegen, hier so verhalten, als ob die beiden kleinen Zellen (Fig. 45 *c*) eine große wären (Fig. 42).

[1] In der oben citirten Arbeit von Fr. E. Schulze (10) scheint in Fig. 21, Taf. III, eine Andeutung dieses Verhältnisses vorhanden zu sein.

IV. Die Entwicklung der Stiftzähnchen.

Die Entwicklung der einzelnen Zahnzellen giebt uns jedes Stiftzähnchen; davon zu unterscheiden ist die erste Anlage und Entwicklung des ganzen Gebildes. Von einer solchen Entwicklung sprechen zwar schon Carl Vogt und Bambeke, allein die Betrachtung ihrer Abbildungen (Carl Vogt [4], Taf. II, Fig. 9—11; Bambeke, Pl. I, Fig. 5) lehrt, dass dieselben nur die Ausbildung der obersten mehr oder weniger in der Epidermis verborgenen Zahnzelle beobachtet haben. Verfolgt man nämlich die Stiftzähnchen einer Kammplatte bis an das Ende derselben, so findet man, dass der Körper resp. der Löffel der aus der Epidermis hervorragenden obersten Zahnzelle allmählich rudimentär wird. Er wird kürzer, die Zacken, wo sie sonst vorhanden, verschwinden, schließlich bleibt nur eine kleine, dem Trichter aufsitzende Schuppe, ja nur jener selbst als glockenförmige Kuppe zurück. Diese verhornte Kuppe ist von den genannten Forschern offenbar für die erste Anlage eines Stiftzähnchen gehalten, da sie in Folge ihrer angewandten Methoden die in jener eingeschachtelten weiteren Zellen nicht sehen konnten.

Auf Schnitten diese an den Enden einer Kammplatte befindlichen Anlagen zu untersuchen, stellte sich als nicht günstig heraus, da die Stellung der kleinen Hornzähnchen an dem genannten Orte eine zu unregelmäßige ist. Ich zog es daher vor ganz junge Stadien von Larven der Rana temporaria auf Medianschnitten zu untersuchen. —

Betrachtet man von den zwei Schichten der Epidermis einer Batrachierlarve die obere als Stratum corneum, die untere als Stratum Malpighi, so sind die Kammplatten mit ihren Hornzähnchen eine Bildung des letzteren.

Jener Ringwall, der sich um die Mundöffnung (Taf. II, Fig. 1) erhebt, entsteht Anfangs dadurch, dass die Zellen des Stratum Malpighi bedeutend an Länge zunehmen. Dann gliedern sich an den Stellen, wo später die einzelnen Kammplatten entstehen, Zellen ab, die die Anlage für die Hornzähnchen und der vor und hinter ihnen liegenden Zellen darstellen (vgl. Taf. III, Fig. 59). Die mittelste Zelle der mittleren Zellschicht ist die Anlage der späteren obersten Zahnzelle, die links davor liegende die dazu gehörige Stützzelle. Die Zellen des Stratum corneum, sowie einige der anderen Zellen erscheinen reichlich mit dunklem Pigment versehen. Fig. 60 zeigt bereits zwei — mit der darüber liegenden Zelle des Stratum corneum drei — Zellen des Hornzähnchens. In Fig. 61 zählen wir vier — mit der Zelle des Stratum corneum fünf — Zellen desselben und zwei dazu gehörige Stützzellen. Auf diesem Stadium besitzt das Stratum corneum der bereits ziemlich in die Höhe gewach-

senen Kammplatte noch den feinen gestrichelten Saum, der die obersten Epidermiszellen der Batrachierlarven auszeichnet.

Zählt die Zellreihe fünf bis sechs Zellen, so beginnt sich die oberste derselben (Taf. III, Fig. 62), indem sie gleichzeitig die über ihr liegende und bereits kernlos gewordene Zelle des Stratum corneum einstülpt, über die oberste Stützzelle zu legen und so den löffelförmigen Körper zu formen. Dessgleichen legen sich die zweite und dritte Stützzelle an die nasenartig vorstehende zweite und dritte Zahnzelle. Der Vorgang entspricht also ziemlich der am unteren Ende eines ausgewachsenen Hornzähnchens stattfindenden Bildung der Zahnzellen.

Bemerkt mag noch werden, dass die vorderen Spitzen der jungen, große Zellkerne enthaltenden Zahnzellen oft stark pigmentirt sind, wie es in Fig. 62 angegeben.

In Fig. 63 ist die Zelle des Stratum corneum zu einer dünnen Kuppe zusammengeschrumpft, die oberste Zahnzelle hat sich gestreckt und einen Trichter ausgebildet, in den die zweite Zahnzelle mit ihrer Stützzelle bereits hineingewachsen ist.

Nun braucht der junge Zahn nur die Epidermis zu durchbrechen, um abgesehen von seiner geringen Größe und geringen Verhornung fertig zu sein.

Auch bei dieser Entwicklung der Hornzähnchen wurde weder an Schnitten noch an Macerationspräparaten eine Spur cuticularer Absonderung entdeckt.

V. Entwicklung der Mandibeln.

Wir haben oben die Mandibeln mit den Kammplatten verglichen und festgestellt, dass die Organisation der ersteren der der letzteren ähnlich, nur einfacher sei. Dem entspricht auch die erste Anlage der Mandibelzahnstifte. Voraus bemerken will ich, dass dieselbe viel früher als die der Hornzähnchen erfolgt. So enthalten die auf Taf. II, Fig. 1 etc. gezeichneten Stadien der Entwicklung des Mundes von Rana temporaria schon eine ganze Reihe von Zahnzellen in einem Zahnstift.

Das von Pelobates fuscus Taf. II, Fig. 30 dargestellte Exemplar lässt in einem Zahnstifte der Unterlippe bereits 36 Zahnzellen zählen.

Am spätesten tritt die Entwicklung der Mandibeln von den drei untersuchten Arten bei Hyla arborea auf. Der durch die obere Hälfte des Ringwalles gemachte Schnitt (Taf. III, Fig. 64) zeigt obere Mittelplatte und obere Mandibel noch nicht von einander getrennt, wenn auch die erste Anlage der Hornzähnchen (*a*) und die der Zahnstifte (*b*) schon vorhanden. Diese letztere Anlage besteht bereits aus zwei Zellen, deren oberste eine etwas kegelförmige Gestalt zeigt. Indem sich diese Zellreihe

nun vermehrt und die unteren Zellen mit ihren Spitzen in die oberen kegelförmig hineinwachsen, bekommen wir den definitiven Zahnstift, wie ihn Taf. III, Fig. 65 in dem Stadium vor dem Durchbrechen des Stratum corneum zeigt.

Was die Funktion der Kammplatten anbetrifft, so kann sie eine vielfache sein. Schon die älteren Beobachter sind der Ansicht, dass sie zum Ergreifen der Beute oder ähnlich wie die Radula der Schnecken gebraucht werden. Bambeke (5) vergleicht sie auch mit den Haken der Eingeweidewürmer. Ich glaube nun, dass die Kammplatten am meisten zum Anheften an den Körper, der zur Nahrung dienen soll, benutzt werden.

Wenigstens kann man die Beobachtung machen, dass Batrachierlarven, die den Algenbesatz der Aquariumswände benagen, sich mit Ober- und Unterlippe an die Glaswand heften und jene nur von Zeit zu Zeit, die Mandibeln aber fortdauernd bewegen. Besonders um im Wasser flottirende Gegenstände festzuhalten, bedürfen die freischwimmenden Kaulquappen eines Organs, um dieselben oder auch sich selbst festzuhalten. Dazu dürften sich aber die Kammplatten mit ihren feinen Häkchen sehr gut eignen.

VI. Die Haftorgane.

Bevor der Mund der Batrachierlarven seinen charakteristischen Apparat ausgebildet, heftet sich der dem Ei entschlüpfte Embryo, wie bekannt, mit seinen großen Haftorganen an die Eihüllen oder andere Gegenstände an. Diese Organe sind außer von anderen Forschern von Dr. Johannes Thiele (15) zum Gegenstand einer ausführlichen Untersuchung gemacht. Ich will hier nur desshalb darauf zurückkommen, um zum feineren Bau noch etwas hinzuzufügen. Der Hauptheil dieser Organe wird, wie Thiele bemerkt, von hohen Drüsenzellen gebildet. Diese letzteren sind nun, wie Taf. III, Fig. 66 lehrt, nicht etwa die Zellen des Stratum corneum, sondern eine Bildung der unteren Zellschicht.

Über diese Drüsenzellen zieht sich Anfangs das Stratum corneum mit seinem Cuticularsaum, um später zu verschwinden.

Das Ganze macht auf dem abgebildeten Stadium den Eindruck einer kolossal entwickelten Hautdrüse.

VII. Die Papillen des Mundrandes.

Der Bau der den äußeren Mundrand bildenden Papillen ist bereits von Bambeke (5) beschrieben, der sie ihrer Lage nach für Tastorgane erklärt. Ich konnte in ihrem Innenraum, der von quergestellten Zellen eingenommen wird, Blutkapillaren und Nerven nachweisen. Nerven-

endigungen und Sinneszellen konnten bei den angewandten Konservirungsmethoden nicht gefunden werden.

Es wurde oben das Maul der Batrachierlarven mit der Mundscheibe der Neunaugen verglichen. Zwar sind die größeren und kleineren Hornplatten der letzteren ganz anders gebaut, sie entsprechen nämlich eher kegelförmigen Klauen, deren Rand in einem Nagelbett steckt — Fr. E. Schulze (7) bildet Taf. XVII, Fig. 10 ein solches Bett ab — jedoch finden wir ein weiteres Analogon.

Wie nämlich bei den Stiftzähnchen der Kaulquappen eine Zelle in einer gleichgeformten steckt, fand ich in jedem klauenartigen Zahn der Neunaugen ein gleichgeformtes, in einem zweiten Nagelbett erzeugtes und von dem ersteren durch zerfallende Epidermiszellen getrenntes Stück. Ja in diesem steckte ein gleich geformter und gleich gebildeter dritter Zahn.

Bei vorstehenden Untersuchungen habe ich folgende Technik angewandt:

Die Kaulquappen wurden in 0,2 %iger Chromsäure oder in Sublimat konservirt und in Alkohol aufbewahrt. Gefärbt wurde in toto mit Hämatoxylin oder Pikrokarmin. Als Einbettungsmittel zum Schneiden wurde meist Paraffin, selten Seife benutzt. Aufgeklebt wurden die Schnitte mittels Nelkenöl und Kollodium und in Kanadabalsam eingelegt. Zur Maceration wurden verdünnte Wickersheim'sche Flüssigkeit oder Müller'sche Lösung benutzt. Die so erhaltenen Präparate wurden ungefärbt in Glyceringelatine aufbewahrt.

Veranlasst wurde ich zu dieser Arbeit durch Herrn Professor Franz Eilhard Schulze, der mir Sommersemester 1886 auftrug, die Entwicklung der Hornzähnchen und die Konfiguration des Mundes bei den Batrachierlarven zu studiren. Ich begann diese Arbeit im zoologischen Institut zu Berlin, um sie seit dem Wintersemester 1886/87 im zoologischen Institut zu Königsberg unter Leitung des Herrn Professor Chun fortzusetzen. Um die Entwicklung der Hornzähnchen zu studiren, musste ich zuerst den Bau der entwickelten Zustände kennen lernen. Ich vertiefte mich daher in denselben und kam zu den im Theil II und III angegebenen Resultaten. Die übrigen Theile wurden größtentheils erst später bearbeitet.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Professor Fr. E. Schulze und Herrn Professor Chun für ihre mir gewährte Anregung und Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Königsberg, Zoolog. Institut, Mai 1889.

Litteraturverzeichnis.

1) Swammerdam, Biblia naturae. T. II. p. 821. Tab. XLIX. 1737—1738.

2) Ant. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différents âges (mit 18 Taf.). in: Mém. pres. à l'Acad. de Sc. Paris. Sc. math. et phys. Tom. VI. 1835. p. 1—216.

3) J. G. Martin Saint-Ange, Recherches anatomiques et physiologiques sur les organes transitoires et la metamorphose des Batraciens (mit 10 Taf.). in: Ann. Scienc. natur. Tom. XXIV. 1831. p. 366—434.

4) C. Vogt, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 1842. p. 88 ff.

5) Ch. van Bambeke, Recherches sur la structure de la bouche chez les têtards des Batraciens anoures. Des Bulletins de l'Acad. royale de Belgique. 2m série. Tome XVI. 9 et 10. Bruxelles.

6) Kölliker, Verhandlungen der physikal.-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. 1857. Bd. VII. Taf. III, Fig. 32.

7) Fr. E. Schulze, Über cuticulare Bildung und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv für mikr. Anatomie von M. Schultze. Bd. V. 1869. Fig. 11—13.

8) Franz Leydig, Über die allgem. Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikr. Anat. von la Valette St. George u. Waldeyer. Bd. XII. 1876. p. 129, 130.

9) Semper, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX. p. 281.

10) Fr. E. Schulze, Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. 1. Mittheilung: Über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Aus den Abhandl. der königl. preuß. Akad. der Wissenschaften vom Jahre 1888. Berlin 1888.

11) Héron-Royer et Ch. van Bambeke, Sur les charactères fournis par la bouche des têtards des Batraciens anoures d'Europe. Bulletin de la société zoologique de France pour l'année 1881. Bd. VI.

12) Mary H. Hinckley, On some differences in the mouth structure of Tadpoles of the anoures Batrachians found in Milton Mass. Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXI. 1880—1882. Boston 1883.

13) C. Born, Weitere Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anuren. Archiv für mikr. Anat. von la Valette und Waldeyer. Bd. XXVII. 1886.

14) E. Pflüger, Das Überwintern der Kaulquappen der Knoblauchskröte. Pflüger's Archiv für die ges. Physiologie. Bd. XXXI. Bonn 1883.

15) Johannes Thiele, Der Haftapparat der Batrachierlarven. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLVI.

Die zu dieser Arbeit gehörenden Tafeln II und III nebst Erklärung befinden sich in »Zeitschrift für wiss. Zoologie XLIX. Bd. 1. Heft.

VITA.

Natus sum Ernestus Guilelmus Heinricus Gutzeit Regimontii a. d. III Nonas Julias anni huius saeculi LXIII, patre Friderico mercatore et matre Wilhelmina e gente Müller quorum illum vita iam defunctum pio animo lugeo. Fidei addictus sum evangelicae. Primis litterarum elementis imbutus gymnasium Palaeopolitanum hoc loco frequentavi. Unde vere a. MDCCCLXXXIII maturitatis testimonium adeptus almam petivi universitatem Albertinam. Qua in universitate postquam semestria quattuor studiis rerum naturalium operam dedi, in universitatem Berolinensem me contuli.

Unde tribus semestribus peractis Regimontium reversus per triennium in studiis incubui. Praeceptoribus usus sum viris clarissimis

Regimontanis:

Bauer, Branco, Caspary †, Chun, R. Hertwig, Liebisch, Lossen, Luerssen, Noetling, Pape, Schwalbe, Thiele, Walter, Zoeppritz †.

Berolinensibus:

Du Bois Reymond, Dames, Eichler †, Heider, Karsch, Martens, Fr. E. Schulze, Schwendener, Seeliger, Waldeyer, Zeller.

Quibus omnibus, praecipue vero viris clarissimis Francisco Eilhardo Schulze et Carolo Chun ago agamque semper gratias quam maximas.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00585 4021